

POTENSI FUKOSANTIN DARI RUMPUT LAUT COKLAT DALAM DUNIA KESEHATAN

Paulus D. B. Murti^{1*}, Ferdy S. Rondonuwu¹, Ocky K. Radjasa² AB Susanto³

¹ Program Pascasarjana Magister Biologi – Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga

^{2,3} Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro Semarang

*Korespondensi Tel. +62 0856 4033 6605;

E-mail: damar.murti@yahoo.com

ABSTRAK

Kesehatan terganggu akibat dari pola hidup yang tidak teratur sehingga muncul penyakit degeneratif seperti obesitas, diabetes, kanker dan jantung. Perlunya asupan makanan yang bergizi dan mengandung zat alami seperti karotenoid. Struktur karotenoid dibagi dalam dua kelompok besar: pertama, karoten (α -karoten, β -karoten, likopen), yang merupakan hidrokarbon dimana tanpa ada molekul oksigen, dan kedua, santofil (*xanthophyll*) (lutein, seaksantin (*zeaxanthin*), fukosantin dan astaksantin) yang dioksigenasi mengandung kelompok hidroksil, metoksi, karboksil, keto atau epoksi. Fukosantin adalah salah satu pigmen berwarna oranye yang dihasilkan pada biosintesis karotenoid. Fukosantin memiliki aktivitas biologi yang berperan dalam mengatasi beberapa masalah kesehatan seperti antiobesitas, antikanker, pemakan radikal bebas, antiinflamatori.

Kata Kunci: Kesehatan, Karotenoid, Algae, Fukosantin.

PENDAHULUAN

Kesehatan menjadi sangat mahal di kalangan masyarakat modern saat ini. Banyak faktor yang menyebabkan orang di zaman ini susah untuk menjaga kesehatannya, diantaranya disebabkan oleh gaya hidup, pola makan yang tidak seimbang dan teratur, tingkat stress yang tinggi, kurang berolahraga, kurang istirahat dan lain-lain. Oleh karena itu, mulai muncul beberapa penyakit degeneratif yang menyerang tubuh manusia tersebut seperti obesitas, diabetes, kanker, jantung dan sebagainya. Oleh sebab itu, penting bagi manusia untuk menjaga kesehatannya, dalam menjaga kesehatan perlu diperhatikan ketika memilih makanan dimana kandungan zat alami yang diperlukan oleh tubuh seperti karotenoid. Karotenoid terdapat di alam secara luas yang mempunyai warna dasar pigmen kuning, oranye, merah pada tanaman dan buah-buahan (Sugawara *et al.*, 2009; Jaswir *et al.*, 2011). Menurut Okada *et al.* (2008), beberapa organisme seperti algae, fungi dan bakteri dapat mensintesis kandungan senyawa karotenoid. Algae dapat menimbun sumber pigmen karotenoid hasil dari proses fotosintesis yang terdapat di *thallus* dimana dengan bantuan korofil *a* yang merupakan pigmen utama dalam proses fotosintetik. Melalui proses fotosintetik algae menimbun cahaya (*light harvesting*) secara kumulatif terdapat di *thallus* seperti pada tanaman darat yang berada di daun untuk menghasilkan pigmen utama yaitu klorofil *a* dan pigmen pelengkap yaitu karotenoid. Pada hewan dan manusia tidak dapat menghasilkan pigmen karotenoid. Mereka mendapatkannya melalui asupan makanan yang dimakan (Mortensen, 2006; Jaswir *et al.*, 2011).

Karotenoid adalah senyawa yang terdapat rantai C_{5} dan memiliki 8 ikatan isoprenoid (Bonnie & Choo, 1999) disatukan pada pola kepala hingga ekor, kebanyakan dari mereka memiliki 40 atom karbon (Matthea *et al.*, 2009; Jaswir *et al.*, 2011). Struktur karotenoid dibagi dalam dua kelompok besar: pertama, karoten (α -karoten, β -karoten, likopen), yang merupakan hidrokarbon dimana tanpa ada molekul oksigen (Aizawa & Inakuma, 2007; Jaswir *et al.*, 2011), dan kedua, xantopill (lutein, seaksantin, fukosantin dan astaksantin) (Perez-Rodriguez, 2009) yang dioksigenasi mengandung kelompok hidroksil, metoksi, karboksil, keto atau epoksi (De Quiros & Costa, 2006). Pigmen karotenoid ini berada pada daerah warna kuning hingga oranye atau merah yang dibiosintesis kedalam semua organisme fotosintetik mengandung sianobakteria, algae, dan tumbuhan tingkat tinggi, juga beberapa pada bakteri non-fotosintetik, yeast dan jamur (Misawa, 2009; Jaswir *et al.*, 2011).

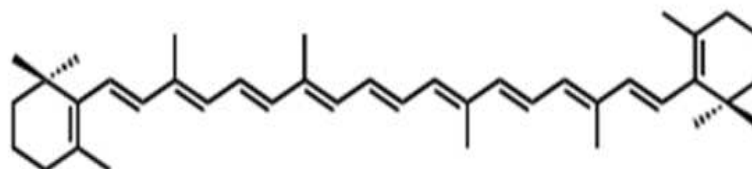
Karotenoid memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Saat ini masyarakat mulai untuk menjaga kesehatannya dengan menambahkan suplemen makanan yang berguna untuk menunjang kesehatannya. Sayangnya, suplemen makanan yang dikonsumsi adalah hasil dari sintetis suatu bahan tertentu yang diproduksi oleh beberapa industri pabrik. Telah banyak diketahui masa kini



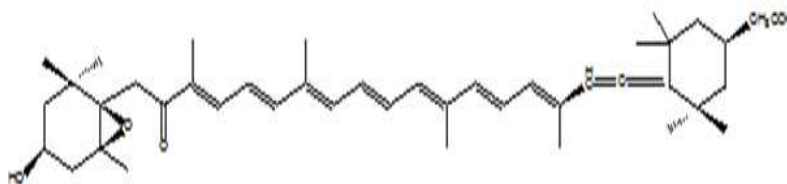
bahwa sangat berbahaya bila menggunakan bahan sintetik yang akan berdampak pada kesehatan manusia dalam jangka waktu yang panjang dan bila dikonsumsi secara terus menerus. Oleh karena itu, para peneliti mulai mengarahkan perhatian mereka untuk membuat suplemen makanan penunjang kesehatan yang berasal dari bahan alam (*back to nature*). Mereka mulai melirik kepada pigmen alami yang terkandung dalam buah dan sayur-sayuran (Jaswir *et al.*, 2011) termasuk pula algae (Limantara & Heriyanto, 2010) seperti klorofil dan karotenoid beserta turunannya. Pada algae cokelat telah ditemukan beberapa jenis karotenoid yang teridentifikasi, seperti *trans* fukosantin, *cis* fukosantin, β -kriptosantin, seaksantin, violasantin, β -karoten, feofitin *a* (Limantara & Heriyanto, 2010). Mini review ini akan memfokuskan pada potensi kandungan pigmen karotenoid dari rumput laut cokelat terutama fukosantin yang berdayaguna sebagai senyawa yang mampu mengatasi beberapa penyakit masalah kesehatan.

Karotenoid pada rumput laut coklat

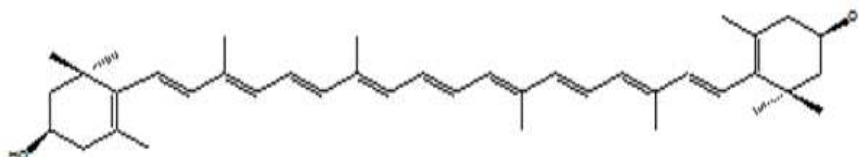
Karotenoid yang berupa rantai poliena dengan 40 karbon yang dibentuk dari delapan unit isoprena C_5 yang memberikan struktur molekul karotenoid yang khas (Del Campo *et al.*, 2007). Karotenoid sebagai pigmen asesoris pemanen cahaya memainkan peran penting dalam melindungi tanaman dari serangan cahaya yang berlebihan dan gangguan fotooksidatif (Demmig-Adams & Adams, 2002). Karotenoid juga diperlukan untuk memperbaiki perakitan fotosistem (Pogson *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2009b; Cazzonelli, 2011). Menurut laporan penelitian Limantara & Heriyanto (2010), berhasil mengidentifikasi pigmen karotenoid diantaranya adalah *trans* fukosantin, *cis* fukosantin, β -kriptosantin, seaksantin, violasantin, β -karoten dan feofitin *a* dari beberapa rumput laut cokelat seperti *Sargassum duplicatum*, *S. filipendula*, *S. polycystum*, *Padina australis* dan *Turbinaria conoides*. Biranti *et al.* (2009) juga menemukan pigmen dari golongan karoten yaitu β -karoten dari rumput laut cokelat *Turbinaria decurrens*. Fukosantin merupakan kandungan pigmen karotenoid yang utama pada rumput laut cokelat (Nurchayanti & Limantara, 2007; Indrawati *et al.*, 2010). Berikut rumus bangun dari karotenoid yang terdapat pada rumput laut cokelat (Takaichi, 2011; Jaswir *et al.*, 2011):



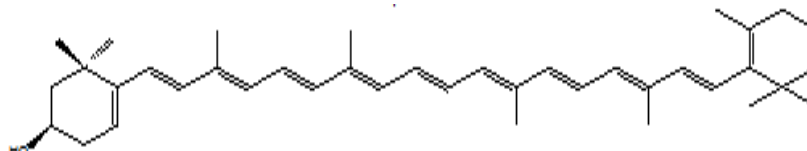
Gambar 1. β -karoten



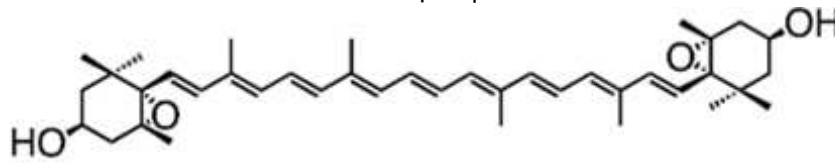
Gambar 2. Fukosantin



Gambar 3. Seaksantin

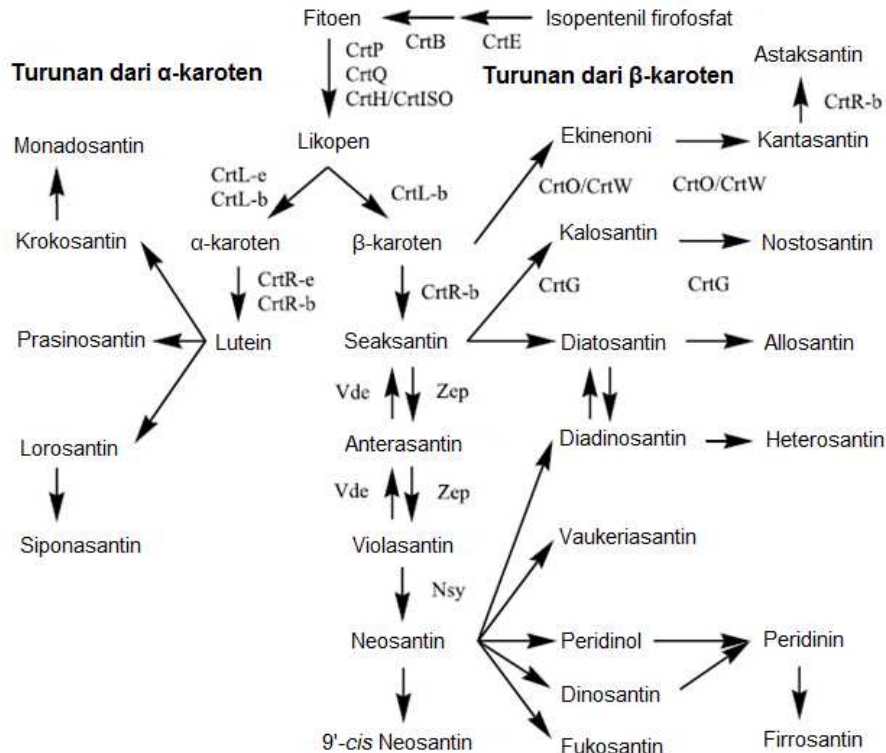


Gambar 4. β -kriptosantin



Gambar 5. Violasantin

Biosintesis karotenoid pada rumput laut coklat



Gambar 6. Jalur biosintesis karotenoid pada tanaman dan algae (Takaichi, 2011).

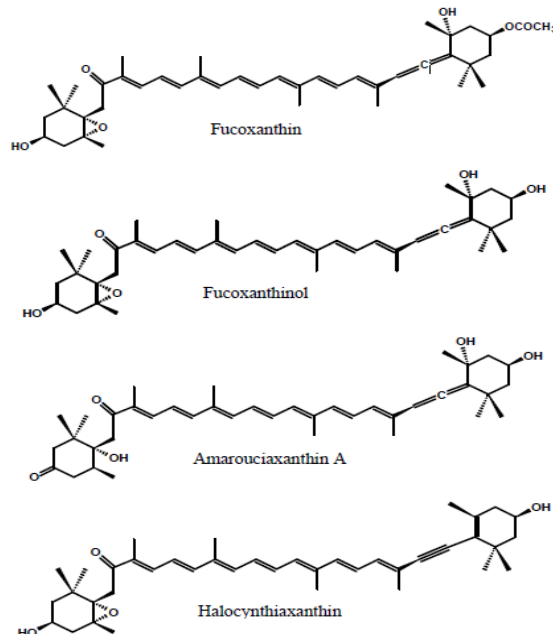
Jalur biosintesis karotenoid dimulai ketika rantai isoprenoid dibangun melalui jalur mevalonat (MVA). Dalam jalur MVA itu, acetyl-coenzyme A diubah menjadi *isopentenyl pyrophosphate* (IPP) sepanjang jalur MVA tersebut berlangsung. Fitoen (C_{40}) akan terbentuk ketika IPP disintesis oleh gen CrtE dan CrtB. Kemudian phytoene mensintesis gen CrtP, CrtQ dan CrtH/CrtISO sehingga menjadi likopen. Likopen mengkode gen CrtL-e dan CrtL-b sehingga menjadi α -karoten dan mengkode gen CrtL-b menjadi β -karoten. Masing-masing dari α -karoten dan β -karoten memiliki jalur biosintesis sendiri-sendiri, α -karoten yang mensintesis kode gen CrtR-e dan CrtR-b menjadi lutein. Lutein sendiri akan terbagi menjadi beberapa senyawa diantaranya adalah prasinasantin, krokosantin yang kemudian menjadi monadosantin dan lorosantin yang kemudian menjadi siphonasantin. Pada jalur β -karoten yang mengalami hidroksilase oleh gen CrtR-b menjadi seaksantin hingga akhirnya mencapai Neosantin. Neosantin terbagi menjadi beberapa senyawa pigmen diantaranya adalah diadinosantin yang teroksidasi menjadi heterosantin, vaukeriasantin, peridinol yang teroksidasi menjadi peridin kemudian menjadi firrosantin, dinosantin, dan fukosantin.

Fukosantin sebagai salah satu jenis pigmen karotenoid pada rumput laut coklat

Fukosantin adalah salah satu pigmen yang dihasilkan pada biosintesis karotenoid. Ada perbedaan pandangan mengenai pigmen fukosantin. Menurut Nurcahyanti & Timotius (2007), fukosantin berwarna oranye, termasuk kelompok santofil dari karotenoid dan pigmen ini banyak ditemukan pada beberapa spesies algae coklat. Peng *et al.* (2011) menyatakan bahwa fukosantin



adalah salah satu dari kelimpahan karotenoid, dan berkontribusi lebih dari 10% dari jumlah total produksi dari karotenoid di alam, terutama di lingkungan laut. Sedangkan menurut Fretes *et al.* (2012), fukosantin adalah golongan senyawa karotenoid berwarna oranye, yang dapat dibedakan dengan anggota karotenoid lainnya, seperti karoten pada wortel atau likopen yang memberikan warna merah pada tomat.



Gambar 7. Struktur rumus bangun dari fukosantindan beberapa metabolitnya (Peng *et al.*, 2011)

Kandungan pigmen karotenoid, fukosantin dapat ditemukan pada beberapa spesies algae coklat. Limantara & Heriyanto (2010) telah melaporkan bahwa pada beberapa spesies algae coklat seperti *Sargassum duplicatum*, *S. filipendula*, *S. polycystum*, *Padina australis* dan *Turbinaria conoides* mengandung pigmen karotenoid yaitu fukosantin, baik itu yang bersifat *trans* dan *cis* fukosantin. Dilaporkan bahwa fukosantin pertama kali diisolasi dari algae laut coklat *Fucus*, *Dictyota* dan *Laminaria* oleh Willstatter & Page pada tahun 1914 (Peng *et al.*, 2011). Berikut struktur rumus bangun dari fukosantin dan beberapa metabolit yang terkandung di dalamnya yaitu fukosantanol, amarousiasantin A, dan halosinthiasantin (Gambar 7).

Struktur kimia pada fukosantin ini tergolong unik dan tidak biasa karena memiliki sebuah ikatan alenat dan 5,6-monoepoksida di dalam molekulnya. Fukosantin memiliki sifat labil pada kondisi lingkungan basa. Oleh karena itu, perlu diperhatikan saat mengekstraksi pigmen ini, lingkungan basa harus dihindari (Nurcahyanti & Timotius, 2007). Ini berarti fukosantin merupakan jenis pigmen karotenoid yang sangat sensitif. Perlunya pengalaman dan teknik yang mencukupi dari peneliti agar dapat mengekstraksi pigmen ini dengan sempurna.

Kekuatan fukosantin untuk masalah kesehatan

Fukosantin memiliki aktivitas biologi yang berperan dalam mengatasi beberapa masalah kesehatan seperti antiobesitas, antikanker, pemakan radikal bebas, antiinflamatori (Beppu *et al.*, 2012), seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa penelitian terkait fungsi kesehatan dari fukosantin

No	Fungsi	Sumber
1.	Antiobesitas	Maeda <i>et al.</i> , 2005; Maeda <i>et al.</i> , 2008; Nurcahyanti & Timotius, 2007; Hosokawa <i>et al.</i> , 2010; Beppu <i>et al.</i> ,



		2012
2.	Antikanker	Sugawara <i>et al.</i> , 2009; Mise & Yasumoto, 2011; Jaswir <i>et al.</i> , 2011; Peng <i>et al.</i> , 2011
3.	Antioksidan	Demmig & Adams, 2002; Peng <i>et al.</i> , 2011
4.	Antiinflamatori	Peng <i>et al.</i> , 2011

Obesitas merupakan penyakit yang diakui sebagai masalah di seluruh dunia, dengan dampak yang tidak menyenangkan bagi kesehatan masyarakat umum dan harga terkait dengan kesehatan (Maeda *et al.*, 2008). Fukosantin mampu menekan berat badan tubuh dan memperbaiki hiperglycemia diabetes / obesitas pada tikus (Hosokawa *et al.*, 2010). Beppu *et al.* (2012) melaporkan bahwa diet dengan fukosantin (0,2%) meningkatkan jumlah HDL-kolesterol dan non-HDL-kolesterol sebanyak jumlah kolesterol total dalam darah tikus. Fukosatin menunjukkan adanya aktivitas antiangiogenik secara signifikan, dimana juga berperan sebagai efek antiobesitas (Sugawara *et al.*, 2006).

Uncoupling protein (UCP) merupakan suatu kelompok protein yang berperan sebagai regulator termogenesis (Nurcahyanti & Timotius, 2007). Ada beberapa jenis UCP yang dikode dengan nomor seperti UCP1, UCP2, UCP3, UCP4, UCP5. Setiap jenis UCP ini terdapat di dalam jaringan yang berbeda. Dalam jaringan adiposa coklat terdapat UCP1, UCP2, dan UCP3. Sedangkan dalam jaringan adiposa putih hanya terdapat UCP2. Pada otot tulang terdapat UCP2 dan UCP3. Pada otak terdapat UCP4 dan UCP5 (Maeda *et al.*, 2005). Menurut Nurcahyanti & Timotius (2007), fungsi UCP1 adalah membantu melepas energi pada respirasi seluler yang berasal dari degradasi asam lemak. Perbedaan gradien ion pada membran-dalam mitokondria yang terjadi akibat produksi energi disebut uncoupling.

Fukosantin dapat menginduksi UCP1 untuk terjadinya suatu proses termogenesis. Proses termogenesis ini adalah proses dimana terjadi pelepasan energi yang berasal dari pemompaan proton yang membawa asam lemak keluar dair membran-dalam dan kemudian dikonversi menjadi energi panas (Nurcahyanti & Timotius, 2007). Maeda *et al.* (2005) melaporkan hasil penelitiannya pada hewan uji menunjukkan bahwa ekspresi UCP1 pada jaringan adiposa putih menjadi sasaran menarik yang dapat dikembangkan dalam terapi antiobesitas. Fukosantin dapat digunakan untuk meningkatkan DHA (*Docosahexanoic acid*) di hati. DHA adalah suatu komponen bioaktif yang efektif untuk mengurangi resiko penyakit kardiovaskular yang disebabkan oleh obesitas dan diabetes (Maeda *et al.*, 2008).

Fukosantin dapat dimanfaatkan pula sebagai suplemen antioksidan tambahan untuk penanganan kanker yang dikombinasi dengan obat kanker itu sendiri selama proses kemoterapi. Menurut Mise & Yasumoto (2011) bahwa penambahan fukosantin dengan obat antikanker cisplatin yang bekerjasama mampu menekan perkembangbiakan dari sel kanker selama proses kemoterapi. Fukosantin juga tidak memberikan pengaruh dari efektivitas dari obat kanker cisplatin itu sendiri, sehingga karotenoid jenis ini sangat dianjurkan untuk ditambahkan pada pasien kanker yang sedang dikemoterapi. Namun belum diketahui pasti bagaimana mekanisme kerja fukosantin yang ikut membantu obat kanker dalam menekan perkembangbiakan sel kanker.

KESIMPULAN

Fukosantin memiliki aktivitas biologi yang sangat menarik dan bermanfaat bagi dunia kesehatan. Oleh karena itu, sangat penting untuk dapat mengisolasi senyawa fukosantin ini dari rumput laut coklat yang dapat dijadikan sebagai sumber untuk sebagai obat yang alami yang berasal dari lingkungan laut. Senyawa fukosantin ini didapatkan dengan cara mengekstraksi rumput laut coklat dengan teknik dan metode yang benar agar didapatkan senyawa fukosantin yang bagus dan aktif. Kemasan obat yang mengandung fukosantin ini haruslah menarik dan dapat dipasarkan sehingga masyarakat juga dapat menikmati manfaat yang diberikan oleh fukosantin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA



- Aizawa, K., & Inakuma, T. 2007. Quantitation of Carotenoids in Commonly Consumed Vegetables in Japan. *Food Sci. Technol. Res.*, 13(3): 247-252.
- Beppu, F., Hosokawa, M., Niwano, Y., & Miyashita, K. 2012. Effects of dietary fucoxanthin on cholesterol metabolism in diabetic/obese KK-Ay mice. *Lipids in Health and Disease*, 11:112.
- Biranti, F., Nursid, M., & Cahyono, B. 2009. Analisis Kuantitatif β -Karoten dan Uji Aktivitas Karotenoid dalam Algae Coklat *Turbinaria decurrens*. *J. Sains & Matematika*, 17(2): 90-96.
- Bonnie, TYP., & ChooYM. 1999. Oxidation and Thermal degradation of carotenoids. *J. Oil Palm Res.*, 2(1): 62-78.
- Cazzonelli, C.I. 2011. Carotenoids in nature: insights from plants and beyond. *Functional Plant Biology*, 38, 833-847.
- Del Campo, A.J., Garcia-Gonzales, M., & Guerrero, MG. 2007. Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: Current state and perspectives. *Appl Microb Biotechnol* 74: 1163-1174.
- Demmig-Adams, B., & Adams, WW III. 2002. Antioxidants in photosynthesis and human nutrition. *Science*, 298: 2149-2153.
- DeQuiros, ARB., & Costa, HS. 2006. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. *J. Food Composit. Anal.*, 19: 97-111.
- Fretes, Hd., Budhi, P., AB, Susanto., & L, Limantara. 2012. Karotenoid dari Makroalgaee dan Mikroalgaee: Potensi Kesehatan Aplikasi dan Bioteknologi. *J. Teknol dan Industri Pangan*, 23(2): 221-228.
- Hosokawa, M., Miyashita, T., Nishikawa, S., Emi, S., Tsukui, T., Beppu, F., Okada, T., & Miyashita, K. 2010. Fucoxanthin regulates adipocytokine mRNA expression in white adipose tissue of diabetic/obese KK-Ay mice. *Arch Biochem Biophys*, 504:17-25.
- Jaswir, I., Dedi, N., Reno, F.H., & Fitri, O. 2011. Carotenoids: Sources, medicinal properties and their application in food and nutraceutical industry. A review. *J. Med. Plant. Res.*, 5(33): 7119-7131.
- Limantara, L., & Heriyanto. 2010. Studi Komposisi Pigmen Kandungan Fukosantin Rumput Laut Cokelat dari Perairan Madura dengan KCKT. *J. Ilmu Kelautan.*, 15 (1): 23-32.
- Li, Z., Wakao, S., Fischer, BB., & Niyogi, KK. 2009b. Sensing and responding to excess light. *Ann. Rev. Plant. Biol.*, 60: 239-260.
- Maeda, H., Hosokawa, M., Sashima, T., Funayama, K., & Miyashita, K. 2005. Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. *Biochem. Biophysic. Res. Comm.*, 332: 392-397.
- Maeda, H., Tsukui, T., Sashima, T., Hosokawa, M., & Miyashita, K. 2008. Seaweed carotenoid, fucoxanthin, as a multi-functional nutrient. *Asia Pac J. Clim. Nutr*; 17 (S1) : 196-199.
- Mattea, F., Martin, A., & Cocero, MJ. 2009. Carotenoid processing with supercritical fluids. *J. Food. Eng.*, 93: 255-265.
- Misawa, N. 2009. Pathway engineering of plants toward astaxanthin production. *Plant. Biotechnol.*, 26: 93-99.
- Mise, T., & Yasumoto, T. 2011. Simultaneous Treatment of Cancer Cells Lines with the Anticancer Drug Cisplatin and the antioxidant Fucoxanthin. *Br. J. Pharmacol. Toxicol.*, 2(3): 127-131.
- Mortensen, A. 2006. Carotenoids and other pigments as natural colorants*. *Pure Appl. Chem.*, 78(8): 1477-1491.
- Nurcahyanti, A.D.R., & Timotius, K.H. 2007. Fucoxanthin sebagai Antiobesitas. *J. Teknol dan Industri Pangan*, 18(2): 134-141.
- Okada, T., Nakai, M., Maeda, H., Hosokawa, M., Sashima, T., & Miyashita, K. 2008. Suppressive Effect of Neoxanthin on the Differentiation of 3T3-L1 Adipose Cells. *J. Oleo. Sci.*, 57(6): 345-351.
- Peng, J., Yuan, JP., Wu, CF., & Wang, JH. 2011. Fucoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seaweeds and Diatoms: Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health. *Mar. Drugs*, 9, 1806-1828.
- Pe´rez-Rodri´guez, L. 2009. Carotenoids in evolutionary ecology: reevaluating the antioxidant role. *BioEssays*, 31: 1116-1126.



- Pogson, B.J., Rissler, H.M., & Frank, H.A. 2005. The roles of carotenoids in photosystem II of higher plants. In 'Photosystem II: the light-driven water: plastoquinone oxidoreductase'. (Eds T Wydrzynski, K Satoh) pp. 515–537. (*Springer-Verlag: Dordrecht, The Netherlands*).
- Sugawara, T., Matsubara, K., Akagi, R., Mori, M., & Hirata, T. 2006. Antiangiogenic activity of brown algae fucoxanthin and its deacetylated product, fucoxanthinol. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 9805–9810.
- Sugawara, T., Yamashita, K., Asai, A., Nagao, A., Shiraishi, T., Imai, I., & Hirata, T. 2009. Esterification of xanthophylls by human intestinal Caco-2 cells. *Arch. Biochem. Biophys.*, 483: 205-212.
- Takaichi, S. 2011. Carotenoid in Algae: Distributions, Biosyntheses and Functions. *Mar. Drugs*, 9, 1101-1118.

